مهر پویا مهراس

دفترچه سؤالات دروس تخصصی

۴۹ـ معادله دیفرانسیل با مشتقات جزئی مرتبه دوم $u_{tt}+u_{xx}=0$ با تغییر متغیرهای $r=2x+t$ و $s=x-2t$، به کدام یک از معادلات زیر تبدیل می‌شود؟

۱) $u_{rs}=0$ ۲) $u_{ss}=0$ ۳) $u_{rr}+u_{ss}=0$ ۴) $2u_{rr}+u_{rs}+u_{ss}=0$

۵۰ـ اگر توزیع پتانسیل الکتریکی بر روی یک استوانه نامتناهی به شعاع $a=3$ به صورت $u(a=3,\theta)=\begin{cases}2\pi\sin\theta & ,\ -\pi<\theta<0\\ -\pi\cos 2\theta & ,\ 0<\theta<\pi\end{cases}$ باشد، آن‌گاه مقدار پتانسیل الکتریکی در مرکز این استوانه کدام است؟

۱) ۲ ۲) -1 ۳) ۱ ۴) -2

«آئرودینامیک (مکانیک سیالات، آئرودینامیک، ترمودینامیک، اصول جلوبرندگی)»

۵۱ـ میدان سرعت برای یک جریان دو بعدی در مختصات قطبی به صورت $\vec{V}=(3r^2-e^r\sin\theta)\hat{e}_r+(9r^2\theta+e^r\cos\theta+re^r\cos\theta+r)\hat{e}_\theta$ تعریف شده است. تابع جریان کدام گزینه است؟

۱) $\psi=-3r^3\theta-re^r\cos\theta-\frac{r^2}{2}+4$ ۲) $\psi=-3r^3\theta-re^r\cos\theta+\frac{r^2}{2}+2$

۳) $\psi=3r^3\theta+re^r\cos\theta+\frac{r^2}{2}+C$ ۴) $\psi=3r^3\theta+re^r\cos\theta-\frac{r^2}{2}$

۵۲ـ برای ایرفویل NACA۴۴۱۲ داده‌های ضریب لیفت و ضریب ممان حول $\frac{c}{4}$ در زاویه حمله ۵- درجه به ترتیب $-0/4$ و $-0/04$ و در زاویه حمله ۵ درجه به ترتیب $0/6$ و $-0/03$ هستند. موقعیت مرکز آیرودینامیکی این ایرفویل نسبت به لبه حمله کدام گزینه است؟

۱) $0/23C$ ۲) $0/24C$ ۳) $0/25C$ ۴) $0/26C$

۵۳ـ یک صفحه تخت به طول (m)۱ در زاویه حمله 5° در جریان با عدد ماخ ۳ قرار دارد. ضریب نیروی لیفت این صفحه در این حالت چقدر است؟

۱) $\frac{\pi}{9\sqrt{2}}$

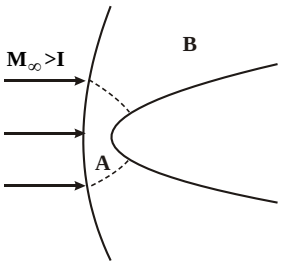
۲) $\frac{10}{\sqrt{2}}$

۳) $\frac{5}{\sqrt{2}}$

۴) $\frac{\pi}{18\sqrt{2}}$

۵۴ـ در شکل زیر تشکیل موج ضربه‌ای حاصل از عبور جریان مافوق صوت از یک جسم منحنی(Blant) نشان داده شده است.

کدام گزینه درباره ماخ جریان در دو ناحیه A و B صحیح است؟



۱) $M_A < 1$ و $M_B > 1$

۲) $M_A > 1$ و $M_B > 1$

۳) $M_A = 1$ و $M_B < 1$

۴) $M_A < 1$ و $M_B < 1$

۵۵ـ کدام گزینه از ویژگی‌های موج ضربه‌ای مایل و موج انبساطی نیست؟

۱) بعد از موج ضربه‌ای مایل عدد ماخ می‌تواند بیشتر از یک باشد.

۲) بعد از موج ضربه‌ای مایل مؤلفه عمودی عدد ماخ باید کمتر از یک باشد.

۳) وقتی یک موج ضربه‌ای مایل ضعیف و دو بعدی به دیواره مسطحی برخورد می‌کند، برای برقراری شرط مرزی دیواره لازم است موج منعکس شده‌ای وجود داشته باشد.

۴) امواج انبساطی باعث کاهش فشار، افزایش درجه حرارت و سرعت و ماخ می شوند.

۵۶ـ طی فرآیند پلی‌تروپیک با $n = ۱/۴$ در یک سیلندر ـ پیستون، هوا از شرایط $۴۰۰kPa$ و $۳۵۷^{\circ}C$ به دمای $۱۵۷^{\circ}C$ می‌رسد. گرمای منتقل‌شده به ازای واحد جرم در این فرآیند چند کیلوژول است؟

$$(R = ۳۰۰\frac{J}{kgK}\ ,\ C_p = ۱۰۰۰\frac{J}{kgK}\ ,\ C_v = ۷۰۰\frac{J}{kgK})$$

۱) ۳۹۰ ۲) ۱۰ ۳) -۱۰ ۴) -۳۹۰

۵۷ـ کدام گزینه از ویژگی‌های نقطه بحرانی نیست؟

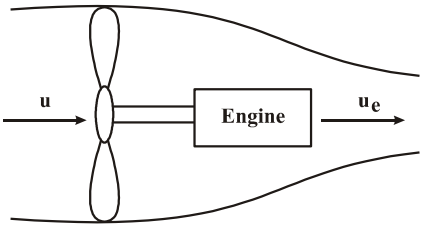
۱) نقطه بحرانی، نقطه‌ای است که در آن خطوط مایع اشباع و بخار اشباع به هم می‌رسند.

۲) نقطه بحرانی، یک نقطه عطف است و مماس بر منحنی در این نقطه دارای شیب صفر است.

۳) هرگاه ماده‌ای در دمای بالاتر از دمای بحرانی‌اش قرار داشته باشد، با تحت فشار قراردادن توسط میعان به مایع تبدیل می‌شود.

۴) در نقطه بحرانی، فاز بخار خالص دارای خواص مشابهی با فاز مایع خالص در همان دما و فشار است.

۵۸ـ با توجه به شکل زیر، بیشینه بازده ملخ در چه صورتی رخ می‌دهد و در این شرایط مقدار تراست چقدر می‌باشد؟



۱) $U_e = ۰$ ، تراست ماکزیمم

۲) $U_e = U$ ، تراست ماکزیمم

۳) $U_e = ۰$ ، تراست صفر

۴) $U_e = U$ ، تراست صفر

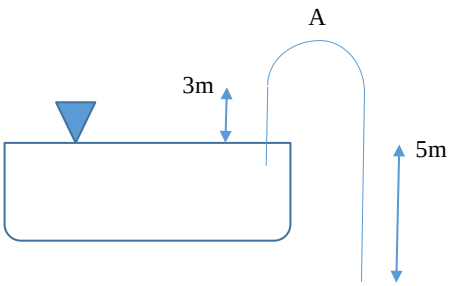
۵۹ـ در یک محفظه احتراق واکنش $CO + \frac{۱}{۲}O_۲ \underset{(۲)}{\overset{(۱)}{\rightleftharpoons}} CO_۲$ به تعادل رسیده است. در فرآیند A حجم محفظه را کاهش می‌دهیم و در فرآیند B دمای محفظه را افزایش می‌دهیم. به ترتیب در فرآیندهای A و B واکنش در کدام مسیر حرکت خواهد کرد؟

۱) (۱) و (۱) ۲) (۱) و (۲) ۳) (۲) و (۱) ۴) (۲) و (۲)

۶۰ـ در سیکل توربوفن، طراح چهار پارامتر ترمودینامیکی را در اختیار خود دارد، کدام گزینه در بین این چهار پارامتر قرار ندارد؟

۱) نسبت فشار کلی
۲) درجه حرارت خروجی از توربین
۳) نسبت انشعاب
۴) نسبت فشار بادبزن

۶۱ـ با توجه به شکل زیر اگر از افت فشار درون لوله صرف‌نظر شود، مقدار فشار در نقطه A چند کیلو پاسکال است؟ سیال را آب در نظر بگیرید. سطح مقطع لوله ۰/۱ متر مربع است. $\gamma_{water} = ۱۰۰۰۰$



۱) ۶۰−
۲) ۵۰−
۳) ۸۰−
۴) ۲۰−

۶۲ـ کدام گزینه در مورد نمودار برآ برحسب زاویه حمله برای یک بال با ایرفویل مشخص، صحیح است؟

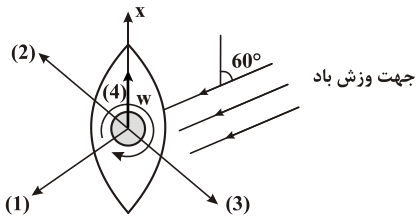
۱) عوامل تأثیرگذار بر شیب نمودار برآ، شیب نمودار برآی ایرفویل، عدد رینولدز و ضریب منظری هستند.

۲) هرچه ضریب منظری بال (AR) بزرگ‌تر باشد، شیب نمودار برآ کمتر خواهد بود.

۳) اگر بال دارای زاویه سوییپ باشد، شیب نمودار نسبت به بال مستقیم بیشتر خواهد شد.

۴) زاویه سوییپ بال برای بال‌های دارای ضریب منظری بیشتر، تأثیر بیشتری بر روی شیب نمودار برآ خواهد گذاشت.

۶۳ـ در شکل زیر شماتیکی از قایق بادی Flettner نشان داده شده است. باد با زاویه‌ی ۶۰° نسبت به محور x قایق می‌وزد. در صورتی که جهت چرخش استوانه مطابق با شکل باشد، نیروی وارد بر قایق در کدام جهت می‌باشد؟



۱) (۴)

۲) (۳)

۳) (۲)

۴) (۱)

۶۴ـ یک تونل باد کم سرعت فروصوتی مدار باز را در نظر بگیرید. نسبت مساحت ورودی به گلوگاه این تونل ۱۲ است. اگر اختلاف فشار بین ورودی و اتاقک آزمایش با استفاده از فشار سنج جیوه‌ای U شکل برابر با ۱۰ سانتی‌متر اختلاف سطح مایع باشد. سرعت هوا در اتاقک آزمایش کدام است؟ (چگالی جیوه ۱۰۰۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب است. $g = ۱۰ \frac{m}{s^۲}$ و $\rho = ۱/۲ \frac{kg}{m^۳}$).

۱) $\sqrt{۱۶۷۸۳/۲} \frac{m}{sec}$

۲) $\sqrt{۱۹۳۴۵/۲} \frac{m}{sec}$

۳) $\sqrt{۲۴۵۴۷/۴} \frac{m}{sec}$

۴) $\sqrt{۱۱۳۴۵/۲} \frac{m}{sec}$

مهر پویا مهراس

دفترچه پاسخنامه دروس تخصصی

$$u(0,0)=\frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi}u(3,\theta)d\theta=\frac{1}{2\pi}\left[\int_{-\pi}^{0}2\pi\sin\theta d\theta+\int_{0}^{\pi}-\pi\cos 2\theta d\theta\right]$$

$$=\frac{1}{2\pi}\left[-2\pi\cos\theta\Big|_{-\pi}^{0}-\frac{\pi}{2}\sin 2\theta\Big|_{0}^{\pi}\right]=\frac{-2\pi}{2\pi}(1-(-1))=-2$$

«آئرودینامیک (مکانیک سیالات، آئرودینامیک، ترمودینامیک، اصول جلوبرندگی)»

۵۱ـ گزینه «۳»

$$V_r=\frac{1}{r}\frac{\partial\Psi}{\partial\theta}\Rightarrow 3r^2-e^r\sin\theta=\frac{1}{r}\frac{\partial\Psi}{\partial\theta}\Rightarrow\frac{\partial\Psi}{\partial\theta}=3r^3-re^r\sin\theta$$

$$\Rightarrow\psi=3r^3\theta+re^r\cos\theta+F(r)$$

$$V_\theta=-\frac{\partial\Psi}{\partial\theta}\Rightarrow\frac{\partial\Psi}{\partial r}=9r^2\theta+e^r\cos\theta+re^r\cos\theta+F'(r)\Rightarrow F'(r)=r\Rightarrow F(r)=\frac{r^2}{2}+C$$

$$\psi=3r^3\theta+re^r\cos\theta+\frac{r^2}{2}+C$$

۵۲ـ گزینه «۲» شیب با داده‌های ضریب لیفت برحسب زاویه حمله و ضریب ممان برحسب زاویه حمله قابل محاسبه است:

$$a_0=\frac{0/6-(-0/4)}{5-(-5)}=0/1\,\text{deg}^{-1}$$

$$m_0=\frac{-0/03-(-0/04)}{5-(-5)}=10^{-3}\,\text{deg}^{-1}$$

می‌دانیم موقعیت مرکز آیرودینامیکی از رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$\bar{x}_{ac}=0/25-\frac{m_0}{a_0}=0/24$$

در نتیجه مرکز آیرودینامیکی در $24C / \circ$ قرار دارد.

۵۳ـ گزینه «۴»

$$C_l = \frac{4\alpha}{\sqrt{M_\infty^2 - 1}} \rightarrow C_l = \frac{4 \times \frac{\pi}{36}}{\sqrt{3^2 - 1}} = \frac{\frac{\pi}{9}}{\sqrt{8}} = \frac{\pi}{18\sqrt{2}}$$

۵۴ـ گزینه «۱»

در اثر برخورد با ماخ بزرگ‌تر از یک (جریان مافوق صوت)، موج ضربه‌ای به شکل منحنی و جدا شده از جسم (Detached) ایجاد می‌شود. بعد از موج ضربه‌ای سه ناحیه داریم، ناحیه A و B و ناحیه‌ای که در شکل با خطچین مشخص شده است. در ناحیه A سرعت به زیر صوت می‌رسد، یعنی $M_A < 1$ و روی خطچین $M = 1$ جریان سونیک است. در ناحیه B سرعت کم می‌شود، اما همچنان جریان مافوق صوت است، یعنی $M_B > 1$.

۵۵ـ گزینه «۴»

امواج انبساطی باعث کاهش فشار، کاهش درجه حرارت و افزایش سرعت و ماخ می‌شوند.

بعد از موج ضربه‌ای مایل عدد ماخ می‌تواند بیشتر از یک باشد، ولی مایل مؤلفه عمودی عدد ماخ باید کمتر از یک باشد.

وقتی یک موج ضربه‌ای مایل ضعیف و دوبعدی به دیواره مسطحی برخورد می‌کند، برای برقراری شرط مرزی دیواره لازم است موج منعکس شده‌ای وجود داشته باشد تا موجب مستقیم شدن مجدد جریان شود.

۵۶ـ گزینه «۲»

با استفاده از قانون اول ترمودینامیک:

$$\Delta u = q - W \Rightarrow q = \Delta u + W$$

$$\Delta u = C_v \Delta T = ۷۰۰ \times (۴۳۰ - ۶۳۰) = -۱۴۰۰۰۰ \frac{j}{g} = -۱۴۰ \frac{kj}{kg}$$

برای یک فرآیند پلی‌تروپیک روابط زیر برای انرژی درونی و کار برقرار است:

$$W = \frac{P_۱V_۱ - P_۲V_۲}{n-۱} = \frac{RT_۱ - RT_۲}{n-۱} = \frac{۳۰۰ \times (۶۳۰ - ۴۳۰)}{۱/۴ - ۱} = ۱۵۰۰۰۰ \frac{J}{kg} = ۱۵۰ \frac{kJ}{kg}$$

$$q = \Delta U + W = -۱۴۰ + ۱۵۰ = ۱۰ \frac{kJ}{kg}$$

۵۷ـ گزینه «۳»

نقطه بحرانی، نقطه‌ای است که در آن خطوط مایع اشباع و بخار اشباع به هم می‌رسند، در این نقطه فاز بخار خالص دارای خواص مشابهی با فاز مایع خالص در همان دما و فشار است. درواقع نقطه بحرانی یک نقطه عطف است و مماس بر منحنی در این نقطه دارای شیب صفرمی‌باشد.

هرگاه ماده‌ای در دمای بالاتر از دمای بحرانی‌اش قرار داشته باشد، با تحت فشار قرار دادن در همان دما نمی‌توان آن را توسط میعان به مایع تبدیل نمود.

۵۸ـ گزینه «۴»

$$T = \dot{m}_a(u_e - u) \quad , \quad \eta = \frac{\text{توان تولیدی ملخ}}{\text{انرژی جنبشی داده شده از هوا به ملخ}} = \frac{T \times u}{\dot{m}_a(\frac{u_e^2}{2} - \frac{u^2}{2})}$$

$$\Rightarrow \eta_{\text{ملخ}} = \frac{\dot{m}_a(u_e - u) \times u}{\dot{m}_a(\frac{u_e^2}{2} - \frac{u^2}{2})} = \frac{2u}{u_e + u}$$

ماکزیمم بازده ملخ وقتی رخ می‌دهد که $u_e = u$ باشد و برابر با $\eta_{\text{ملخ}} = 1$ می‌باشد. در این حالت طبق رابطه $T = \dot{m}_a(u_e - u)$، مقدار تراست صفر می‌باشد.

۵۹ـ گزینه «۲»

همیشه واکنش در مسیری حرکت خواهد کرد که تغییرات به وجود آمده را خنثی کند. بنابراین با کاهش حجم محفظه، فشار افزایش می‌یابد و با توجه به اینکه به ازای ۱/۵ مول واکنش‌دهنده (CO, O_2)، ۱ مول محصول (CO_2) داریم، اگر واکنش در مسیر ۱ حرکت کند، تعداد مول کل گازها کاهش می‌یابد و در نتیجه فشار نیز کم می‌شود.

با افزایش دما می‌توان گفت، تجزیه (CO_2) به آسانی انجام می‌پذیرد و واکنش در مسیر (۲) حرکت خواهد کرد. همچنین طبق نمودار داده شده در کتاب مرجع (Hill) با افزایش دما، $k_P = \frac{P(CO_2)}{P(CO)[P(O_2)]^{\frac{1}{2}}}$ کاهش می‌یابد که به معنای کاهش CO_2 است.

۶۰ـ گزینه «۲»

چهار پارامتر ترمودینامیکی در سیکل توربوفن که برای بهینه کردن سیکل مورد استفاده قرار می‌گیرند، عبارتند از : نسبت فشار کلی، درجه حرارت ورودی به توربین، نسبت انشعاب و نسبت فشار بادبزن. بنابراین گزینه ۲ در بین این پارامترها قرار ندارد.

۶۱ـ گزینه «۳»

می‌توانیم از رابطه برنولی بین نقطه A و نقطه خروجی لوله استفاده کنیم. بنابراین داریم:

$$\frac{P_1}{\gamma}+\frac{V_1^2}{2g}+Z_1=\frac{P_A}{\gamma}+\frac{V_A^2}{2g}+Z_A$$

با توجه به ثابت بودن سطح مقطع لوله و دبی عبوری، پس سرعت‌ها در مقاطع ۱ و A برابر هستند.

$$Z_1=0,\quad P_1=0$$

$$0+0=\frac{P_A}{10000}+8\Rightarrow P_A=-80000\,Pa=-80\,kPa$$

۶۲ـ گزینه «۴»

طبق رابطه هلمبلد برای بال صاف و بال دارای زاویه سوییپ (Λ) می‌توان گفت عدد رینولدز تأثیری بر شیب نمودار a ندارد و تنها AR, a_0 برآن تأثیرگذارند.

همچنین طبق این رابطه مشخص است، هرچه AR بزرگ‌تر باشد، a افزایش خواهد یافت.

$$a=\frac{a_0}{\sqrt{1+[\frac{a_0}{\pi AR}]^2}+\frac{a_0}{\pi AR}}$$

تأثیر زاویه سوییپ (Λ) نیز کاهش شیب (a) خواهد بود.

$$a=\frac{a_0\cos\Lambda}{\sqrt{1+[\frac{a_0\cos\Lambda}{\Pi AR}]^2}+\frac{a_0\cos\Lambda}{\pi AR}}$$